

10/030238  
CT/EP 00/05085

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



11/01

REC'D 11 SEP 2000	
WIPO	PCT

EP 00/5085

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 199 30 173.5

**Anmeldetag:** 30. Juni 1999

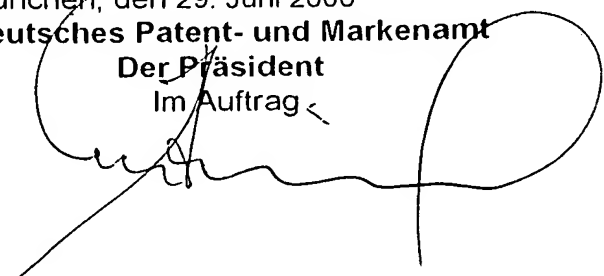
**Anmelder/Inhaber:** Parsytec Computer GmbH,  
Aachen/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur prozeßoptimierenden  
Einstellung von Parametern eines Produktionspro-  
zesses

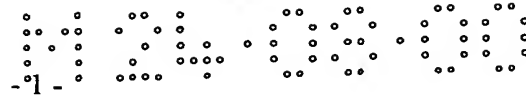
**IPC:** G 05 B, B 21 B, G 01 N

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Anmeldung.

München, den 29. Juni 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag



Wittich



Parsytec Computer GmbH  
Auf der Huels 183  
52068 Aachen

29. Juni 1999  
P41482 KA/cz1

5

### **Verfahren und Vorrichtung zur prozeßoptimierenden Einstellung von Parametern eines Produktionsprozesses**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur  
10 Einstellung von Prozeßparametern eines Produktionsprozesses für ein  
langgestrecktes flächiges Produkt zur Erzielung einer vorgebbaren  
Produktqualität.

Bei Produktionsprozessen, insbesondere kontinuierlichen Prozessen zur  
15 Herstellung langgestreckter flächiger Produkte, beispielsweise Walzstahl, ist es  
erforderlich, eine große Zahl von Prozeßparametern auf geeignete Werte  
einzustellen, um einen reibungslosen Produktionsablauf und eine gute Qualität des  
Produktes zu erreichen.

20 Betrachtet man beispielsweise die Herstellung von Walzstahl, die als besonderes  
Anwendungsgebiet der vorliegenden Erfindung beispielhaft hervorgehoben wird,  
so wird erkennbar, daß zahlreiche Produktionsparameter Einfluß auf das  
Endprodukt haben. Dies beginnt mit der metallurgischen Zusammensetzung der  
Schmelze, mit deren Behandlung in der Schmelzpfanne, setzt sich bei den  
25 Parametern während des Gießvorganges und der dort herrschenden  
Temperaturverläufe fort und betrifft dann insbesondere das Warmwalzwerk mit  
vielen Parametern wie Walzendruck, Temperatur des Bandes usw.. Eine große  
Zahl von Meßwerten in allen Produktionsstufen dient zur Regelung der  
Produktionsparameter, wobei es oft jahrzehntelanger Erfahrung des  
30 Bedienungspersonals bedarf, um einen Produktionsprozeß stabil zu führen und  
eine jeweils gewünschte Produktqualität zu erreichen. Besonders bei neu  
konstruierten und/oder neu gebauten Anlagen ist es oft schwierig, die richtigen

Produktionsparameter für die Erzielung einer bestimmten Produktqualität herauszufinden.

5 Natürlich können schon immer einfache Produktcharakteristika wie Breite und Dicke des Bandes während des Produktionsprozesses gemessen und durch Veränderung von für diese Charakteristika entscheidenden Produktionsparametern geregelt werden.

10 Für flächige Produkte sind jedoch nicht nur die Abmessungen und die Zusammensetzung des Materials von Bedeutung, sondern ganz besonders auch die Oberflächenbeschaffenheit. Während es früher praktisch nicht möglich war, bei einem schnellaufenden Band die Oberfläche kontinuierlich zu inspizieren, Fehler zu erkennen und zu klassifizieren, gibt es seit einiger Zeit Oberflächeninspektionssysteme auf der Basis von Kameras mit nachgeschalteten  
15 vernetzten Bildanalyse-Systemen, die auch bei einem laufenden Band eine Oberflächeninspektion ermöglichen.

Bisher wurden solche Oberflächeninspektionssysteme für die Qualitätskontrolle eingesetzt, d. h. diese Systeme fertigten eine Art Landkarte von der Oberfläche  
20 eines Stahlbandes an, auf der beobachtete Fehler mit ihrer Position eingetragen und auch nach Art und Häufigkeit und z. B. Periodizität klassifiziert werden konnten. Auf diese Weise konnten fertiggestellte Blechrollen mit Qualitätszeugnissen versehen werden, die Hinweise auf Ort, Art und/oder Häufigkeit von Fehlern gaben. Ein solches Oberflächeninspektionssystem ist  
25 beispielsweise in der DE 197 20 307 A1 oder der DE 197 30 622 beschrieben.

Die Oberflächenkarten konnten bei einer späteren Untersuchung wertvolle Hinweise darauf geben, an welchen Stellen im Produktionsprozeß bestimmte Fehler verursacht wurden, jedoch ließ sich dies weder automatisieren noch  
30 systematisieren.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die mittels eines Oberflächeninspektionssystems gewonnenen Daten systematisch auf eventuelle Korrelationen mit Prozeßdaten zu untersuchen mit dem Ziel, Abhängigkeiten der Produktqualität von bestimmten Prozeßparametern zu finden und so einen Prozeß schneller und sicherer zur Erzielung einer vorgebbaren Qualität steuern zu können. Insbesondere soll die Korrelation auch online bei Produktionsprozessen eingesetzt werden können, insbesondere bei Gießwalzanlagen für Stahlbleche im Warmwalzprozeß. Neben dem Auffinden von gesetzmäßigen Zusammenhängen zwischen Produktionsparametern und Produktqualität soll insbesondere auch eine sofortige Rückkopplung auf den Produktionsprozeß zur Regelung der für bestimmte Abweichungen in der Qualität verantwortlichen Parameter erreicht werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe dient ein Verfahren nach dem Anspruch 1 sowie eine Vorrichtung gemäß Anspruch 8. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

Zur Veranschaulichung der Komplexität des zu lösenden Problems sei zunächst darauf hingewiesen, daß die Zahl der Meßwerte in dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel etwa 1.000.000 Werte pro Minute erreichen kann. Auch die Daten eines Oberflächeninspektionssystems erreichen etwa diese Größenordnung. Dabei können die Parameter verschiedener Art sein zur Kennzeichnung kontinuierlicher oder diskreter Größen oder rein boolsche Parameter, die nur zwei Werte annehmen können.

Erfindungsgemäß werden zahlreiche Prozeßparameter des Produktionsprozesses in Abhängigkeit von der Zeit in Form von Prozeßdaten aufgezeichnet und die Prozeßdaten in mindestens einer ersten Datenverarbeitungsarbeit verarbeitet und als Produktionsdaten ausgegeben. Gleichzeitig wird die Oberfläche des Produktes mittels eines Oberflächeninspektionssystems innerhalb oder am Ende des Produktionsprozesses beobachtet, wobei aus den Beobachtungsdaten in

mindestens einer zweiten Datenverarbeitungseinheit die Oberfläche als eine Art Oberflächenkarte mit festgestellten Oberflächenmerkmalen in Form von Oberflächendaten aufgezeichnet und die Oberflächenmerkmale nach verschiedenen Arten und/oder nach Größe und/oder nach Häufigkeit klassifiziert

5 und entsprechend ihrer Position in die Oberflächenkarte eingetragen werden. Die verschiedenen Klassen und Positionen von Oberflächenmerkmalen werden als Produktdaten ausgegeben. Die Produktionsdaten und die Produktdaten werden anschließend gemeinsam mindestens einer dritten Datenverarbeitungseinheit zugeführt und dort auf zwischen ihnen bestehende Korrelationen untersucht,

10 wobei Regeln festgestellt werden, wie die Produktdaten von bestimmten Produktionsdaten abhängen. Danach können die Prozeßparameter entsprechend den festgestellten Regeln und deren Interpretation in Form von geeigneten Steuerungssignalen zur Erzielung einer gewünschten Qualität eingestellt werden. Durch die Vorselektion und Auswertung sowohl der Produktionsdaten als auch

15 der Produktdaten in parallel laufenden Datenverarbeitungseinheiten stehen ausgewählte, schon nach gewissen Gesichtspunkten vorsortierte und bewertete Produktions- und Produktdaten für eine Korrelationsuntersuchung zur Verfügung. In der dritten Datenverarbeitungseinheit ist daher ein Korrelationsmodul installiert, welches die zugeführten Daten auf signifikante Korrelationen

---

20 untersucht. Für ein solches Korrelationsmodul kommen verschiedene Korrelationsprinzipien in Betracht. Beispiele hierfür sind neuronale Verfahren und statistische Verfahren. Bevorzugt wird bei der vorliegenden Erfindung ein Programm, welches darauf beruht, daß die zu korrelierenden Daten in einem Datenraum möglichst so dargestellt werden, daß die Entropie ein Minimum

25 erreicht. Dabei ergeben sich Häufungen von Daten an bestimmten Stellen im Datenraum, die auf Korrelationen hinweisen und in Form von Gesetzmäßigkeiten bzw. Abhängigkeiten formuliert werden können.

Ein solcher Korrelator liefert als Ergebnis zunächst empirisch und ohne jede

30 theoretische Erklärung Zusammenhänge zwischen Produktionsparametern und Produktdaten, aus denen Sollwerteinstellungen für die Produktionsparameter zur

Erzielung bestimmter Produktqualitäten abgeleitet und bei der Produktion eingestellt werden können.

Die Erfindung ermöglicht es erstmals, komplexe Oberflächendaten des Endproduktes mit Produktionsparametern quasi online zu korrelieren und erlaubt damit das Auffinden von Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhängen, die aufgrund ihrer Komplexität bisher nicht erkannt werden konnten. Erst die Aufbereitung von Oberflächendaten durch Erkennung und Klassifikation von Oberflächenfehlern erlaubt es, die Datenflut bei der Beobachtung der Oberfläche durch Kameras auf ein Maß zu bringen, welches eine genügend schnelle Untersuchung auf Korrelationen mit Produktionsparametern zuläßt.

Wichtig bei der großen Flut von Daten ist die Funktion der ersten Datenverarbeitungseinheit 5, und der zweiten Datenverarbeitungseinheit 8. Dort kann eine Vorauswahl von Daten, eine sogenannte Aggregation der Daten erfolgen nach vom Benutzer vorgebbaren Kriterien, um für die jeweilige Aufgabe oder generell als unwichtig erkannte Daten auszuschließen. Andererseits können dort auch bestimmte als wichtig erkannte Primärdaten ohne jede Verarbeitung schnell weitergeleitet werden, damit diese in der dritten Datenverarbeitungseinheit zur Analyse von Korrelationen zur Verfügung stehen. Insbesondere können nach dem Auffinden bestimmter Korrelationen gerade die Daten weitergeleitet werden, die mit anderen Daten korrelieren.

Beim Betrieb der ganzen Vorrichtung ergeben sich mit Analyse zunehmender Datenmengen und durch Auffinden verschiedener Korrelationen eine gewisse Anzahl von Abhängigkeiten, die einerseits als Regeln visualisiert, ausgedruckt oder gespeichert werden können, die andererseits aber auch automatisch zur Steuerung der Produktionsanordnung zur Einhaltung einer bestimmten Qualität rückgekoppelt werden können.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, auf das diese jedoch nicht beschränkt ist, ist schematisch in der Zeichnung dargestellt und dient zur weiteren Erläuterung der Erfindung.

- 5 Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine Produktionsanordnung 1, insbesondere ein Warmwalzwerk zur Herstellung eines Produktes 2, im vorliegenden Falle Walzstahl, vorhanden. Nicht dargestellt in der Zeichnung sind die dem Warmwalzwerk vorgeschalteten Produktionsschritte, nämlich die sogenannte sekundärmetallurgische Pfannenbehandlung und ein Gießprozeß, bei
- 10 dem der Inhalt einer Gießpfanne zur Herstellung eines Bandmaterials vergossen, gekühlt und durch einen Tunnelofen geführt wird. Alle Stufen des Herstellungsprozesses sind mit einer großen Zahl von Meßaufnehmern 3 ausgestattet, die über Meßleitungen 4 Meßwerte weiterleiten, welche nach dem Stand der Technik in einem Fertigungsleitsystem zur Regelung der
- 15 Produktionsanordnung 1 bzw. der vorgeschalteten Produktionsprozesse genutzt werden. Gemäß der vorliegenden Erfindung werden diese Meßwerte zusätzlich einer ersten Datenverarbeitungseinheit zugeführt, in der eine Vorauswertung oder Auswahl, eine sogenannte Aggregation der Daten vorgenommen wird. Wie in der Zeichnung durch einen Pfeil angedeutet, läuft das Produkt 2 nach dem
- 
- 20 Warmwalzen und Glühen unter einem Oberflächeninspektionssystem 6 hindurch, bevor es aufgewickelt wird. Das Oberflächeninspektionssystem 6 besteht insbesondere aus einer über die Breite des Produktes 2 verteilten Anzahl von Kameras mit nachgeschaltetem, vernetztem Bildanalyseystem. Ein solches System ist beispielsweise in dem Prospekt "Automatic Hotstrip Surface Inspection
- 25 HTS-2W" der Parsytec Computer GmbH, Auf der Huels 183, D-52068 Aachen, Germany, beschrieben. Es kann aus den von den Kameras aufgenommenen Bilddaten eine Art Oberflächenkarte des inspizierten Produktes erstellen, in der bestimmte Oberflächenmerkmale, insbesondere Fehler im Produkt, eingetragen werden, wobei unterschiedliche Oberflächenmerkmale nach ihrer Art, und/oder
- 30 ihrer Form und/oder ihrer Größe und/oder ihrer Häufigkeit und/oder nach anderen Gesichtspunkten klassifiziert werden können, wodurch die von den Kameras

erzeugte Datenflut reduziert und zur Charakterisierung der Qualität des Produktes ausgewertet wird. Nach dem Stand der Technik können diese Qualitätsdaten dem hergestellten Produkt, beispielsweise einer Rolle Walzstahlband als Qualitätszeugnis beigegeben werden. Obwohl natürlich die Betrachtung solcher Oberflächenkarten auch bisher schon dem Fachmann wichtige Hinweise auf eventuelle Fehler oder falsch eingestellte Parameter im Produktionsprozeß geben konnte, beispielsweise durch die Periodizität bestimmter Oberflächenfehler auf Schäden an einer Walze hindeuten konnte, so war bisher doch eine systematische Verwendung von aufbereiteten Oberflächendaten für eine verbesserte Führung des Produktionsprozesses nicht möglich.

Gemäß der vorliegenden Erfindung werden die Oberflächendaten nunmehr einer zweiten Datenverarbeitungseinheit 8 zugeführt, in der eine Aggregation der Daten durchgeführt wird. Je nach den Anforderungen an diese Aggregation kann die zweite Datenverarbeitungseinheit 8 auch in das ohnehin vorhandene Bildanalysesystem 7 des Oberflächeninspektionssystems 6 integriert sein.

Die erste Datenverarbeitungseinheit 5 und die zweite Datenverarbeitungseinheit 8 stehen über eine erste Datenleitung 9 bzw. eine zweite Datenleitung 10 mit einer dritten Datenverarbeitungseinheit 11 in Verbindung. Dort werden die aggregierten Produktionsdaten und Produktdaten zusammengeführt und in einem Korrelationsmodul 12 auf zwischen ihnen vorhandene Korrelationen untersucht. Nachdem in den vorgeordneten Datenverarbeitungseinheiten 5, 8 die Datenmengen im Hinblick auf die jeweils zu suchenden Korrelationen reduziert wurden, kann im Korrelationsmodul 12 grundsätzlich jede bekannte Art der Korrelationssuche eingesetzt werden. Hierfür sind verschiedene Wege in der Literatur bekannt, wobei auch verschiedene Methoden zum Auffinden von Korrelationen nacheinander oder gleichzeitig eingesetzt werden können. Als besonders günstig für den hier beschriebenen Fall haben sich sogenannte "Data-Mining Tools" erwiesen. Solche Korrelationsmodule wurden bisher nur für das



Auffinden von Korrelationen zwischen einfachen Produktdaten und den Parametern eines Produktionsprozesses eingesetzt.

Durch Klassifizierung von Oberflächenmerkmalen und Vorauswertung ist es  
 5 erfindungsgemäß erstmals möglich, Oberflächendaten so zur Verfügung zu  
 stellen, daß eine Korrelation mit Produktionsdaten möglich wird. Bei geeigneter  
 Vorauswahl ist die Korrelationsanalyse im Korrelationsmodul 12 sogar so schnell,  
 daß erste Ergebnisse vom Anfang des Stahlbandes schon vorliegen, während noch  
 dieselbe Schmelze aus einer Gießpfanne vergossen wird. Eine Rückkopplung des  
 10 Ergebnisses der Korrelation in den Produktionsprozeß ist daher quasi online  
 möglich. Jedenfalls aber können Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen  
 Oberflächendaten, die bei flächigen Produkten die wichtigste Information über die  
 Qualität enthalten, und Produktionsparametern gewonnen werden, die bisher  
 überhaupt nicht oder nur durch sehr langfristige Beobachtungen gewonnen  
 15 werden konnten.

Im Ergebnis liefert die vorliegende Erfindung durch eine Ausgabe-  
 /Anzeigeeinheit 13 bestimmte Regeln, die die Voraussage bestimmter  
 Oberflächenmerkmale des Produktes bei bestimmten Werten für Prozeßparameter  
 20 und damit eine gezielte Prozeßführung zur Erzielung einer bestimmten  
 Oberflächenqualität ermöglichen. Außerdem können aufgrund der aufgefundenen  
 Relationen Meßergebnisse des Oberflächeninspektionssystems direkt zur  
 Regelung von Prozeßparametern über eine Rückkopplung 14 in die  
 Produktionsanordnung 1 eingespeist werden.

25 Die Erfindung ermöglicht das schnelle Sammeln von Erkenntnissen, auf welche  
 Weise Produktionsparameter, insbesondere bei einer Gießwalzanlage für  
 Stahlblech, mit bestimmten Oberflächeneigenschaften zusammenhängen,  
 wodurch eine gezieltere Prozeßführung zur Herstellung bestimmter Qualitäten  
 30 und ein schnelleres Einfahren von Neuanlagen ermöglicht wird. Das hier am  
 Beispiel einer Walzanlage beschriebene Prinzip kann auch bei anderen

Produktionsanlagen von flachen Bandmaterialien, z.B. Beschichtungsanlagen, Papierproduktionseinrichtungen etc. mit gleichen Vorteilen eingesetzt werden.

---

Parsytec Computer GmbH

29. Juni 1999  
P41482 KA1

**Bezugszeichenliste:**

5		
	1	Produktionsanordnung
	2	Produkt
	3	Meßaufnehmer
	4	Meßleitungen
10	5	erste Datenverarbeitungseinheit
	6	Oberflächen-Inspektionssystem
	7	Bildanalysesystem
	8	zweite Datenverarbeitungseinheit
	9	erste Datenleitung
15	10	zweite Datenleitung
	11	dritte Datenverarbeitungseinheit
	12	Korrelationsmodul
	13	Ausgabe-/Anzeigeeinheit
	14	Rückkopplung

5

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zur Einstellung von Prozeßparametern eines Produktionsprozesses für ein langgestrecktes flächiges Produkt (2) zur Erzielung einer vorgebbaren Qualität mit folgenden Merkmalen:
  - 10 a. es werden zahlreiche Prozeßparameter des Produktionsprozesses in Abhängigkeit von der Zeit in Form von Prozeßdaten aufgezeichnet,
  - b. die Prozeßdaten werden in mindestens einer ersten Datenverarbeitungseinheit (5) verarbeitet und als Produktionsdaten ausgegeben,
  - 15 c. die Oberfläche des Produktes (2) wird mittels eines Oberflächen-Inspektions-Systems (6) innerhalb oder am Ende des Produktionsprozesses in einem Prozeßschritt beobachtet, wobei aus den Beobachtungsdaten in mindestens einer zweiten Datenverarbeitungseinheit (8) die gesamte Oberfläche als eine Art Oberflächenkarte mit feststellgestellten
  - 20 ~~Oberflächenmerkmalen in Form von Oberflächendaten aufgezeichnet und~~  
die Oberflächenmerkmale nach verschiedenen Arten und/oder nach Größe und/oder nach Häufigkeit klassifiziert und entsprechend ihrer Position in die Oberflächenkarte eingetragen werden,
  - d. die verschiedenen Klassen und Positionen von Oberflächenmerkmalen
  - 25 werden als Produktdaten ausgegeben,
  - e. die Produktionsdaten und die Produktdaten werden gemeinsam mindestens einer dritten Datenverarbeitungseinheit (11) zugeführt und dort auf zwischen ihnen bestehende Korrelationen untersucht, wobei Regeln festgestellt werden, wie die Produktdaten von bestimmten
  - 30 Produktionsdaten abhängen,

- f. die Prozeßparameter werden entsprechend den festgestellten Regeln zur Erzielung einer gewünschten Qualität eingestellt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Produkt (2) Walzstahl und der Produktionsprozeß ein Walzprozeß, insbesondere ein Warmwalzprozeß in einer Gießwalzanlage, ist.
  3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Oberflächen- Inspektionssystem (6) eine mehrere Sensoren, insbesondere Kameras, mit nachgeschalteten Bildanalysesystemen aufweisende Anordnung ist.
  4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Untersuchung auf Korrelationen zwischen Produktions- und Produktdaten ein an sich bekanntes Korrelationsprogramm ist, insbesondere ein Korrelationsprogramm, welches die Entropie im Datenraum betrachtet und Korrelationen durch Auffinden von Datenkonstellationen mit minimaler Entropie erkennt.
  5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Oberflächeninspektionssystem (6) on-line oder off-line die Oberflächendaten analysiert, so daß die Produktdaten schon während der Produktion zur Verfügung stehen und erkannte Korrelationen direkt zur Einstellung von Produktionsparametern zur Erzielung oder Erhaltung eine vorgebbaren Qualität genutzt werden können.
  6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei nach Erkennung bestimmter Korrelationen in der ersten bzw. der zweiten Datenverarbeitungseinheit Produktionsdaten bzw. Produktdaten, die keinerlei Korrelationen zeigen, ausgefiltert und von der Weiterverarbeitung in der dritten Datenverarbeitungseinheit (11) ausgeschlossen werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in der ersten (5) bzw. zweiten (8) Datenverarbeitungseinheit bestimmte Produktionsdaten bzw. Produktdaten ohne vorherige Analyse, Filterung oder Bearbeitung zu der dritten Datenverarbeitungseinheit (11) weitergeleitet werden, um eventuelle Korrelationen mit diesen unbearbeiteten Daten auffinden zu können.
8. Vorrichtung zur Einstellung von Prozeßparametern eines Produktionsprozesses in einer Produktionsanordnung (1) für ein langgestrecktes flächiges Produkt (2) zur Erzielung einer vorgebbaren Qualität mit folgenden Merkmalen:
  - a. in der Produktionsanordnung (1) sind zahlreiche Meßaufnehmer (3) für Prozeßparameter des Produktionsprozesses vorhanden, die mit mindestens einer ersten Datenverarbeitungseinheit (5) verbunden sind, in der die Prozeßdaten verarbeitet und als Produktionsdaten ausgegeben werden,
  - b. es ist mindestens ein Oberflächen-Inspektionssystem (6) in einer Stufe der Produktionsanordnung (1) vorhanden, welches die Oberfläche des Produktes überwacht und mit mindestens einer zweiten Datenverarbeitungseinheit (8) verbunden ist, in der die Oberfläche als eine Art Oberflächenkarte mit festgestellten Oberflächenmerkmalen in Form von Oberflächendaten aufgezeichnet und die Oberflächenmerkmale nach verschiedenen Arten und/oder nach Größe und/oder nach Häufigkeit klassifiziert und entsprechend ihrer Position in die Oberflächenkarte eingetragen werden, wobei die verschiedenen Klassen und Positionen von Oberflächenmerkmalen als Produktdaten ausgegeben werden,
  - c. die Ausgänge der ersten (5) und der zweiten (8) Datenverarbeitungseinheit stehen mit mindestens einer dritten Datenverarbeitungseinheit (11) mit einem Korrelationsmodul (12) in Verbindung, so daß die Produktionsdaten und die Produktdaten gemeinsam auf zwischen ihnen bestehende Korrelationen untersucht werden können, wobei Regeln festgestellt werden können, wie die Produktdaten von bestimmten Produktionsdaten abhängen,

d. es ist eine Ausgabe- oder Visualisierungseinheit (14) vorhanden, von der die festgestellten Korrelationen und/oder Regeln ausgegeben werden können, so daß die Produktionsparameter entsprechend der gewünschten Produktqualität einstellbar sind.

5

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Produktionsanordnung (1) eine Bandproduktionsanordnung, insbesondere eine Gießwalzanordnung für Stahlband, ist.

10 10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, wobei das Oberflächen-Inspektionssystem (6) eine mehrere Sensoren, insbesondere Kameras, mit nachgeschaltetem Bildanalysesystem (7) aufweisende Anordnung ist.

15 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8, 9 oder 10, wobei das Korrelationsmodul (12) für die Untersuchung auf Korrelationen zwischen Produktions- und Produktdaten ein Korrelationsprogramm enthält, welches die Entropie im Datenraum betrachtet und Korrelationen durch Auffinden von Datenkonstellationen mit minimaler Entropie erkennt.

---

20 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei der Ausgang der dritten Datenverarbeitungseinheit (11) mit Steuer- und Regeleinrichtungen für den Produktionsprozeß verbunden (14) ist, um eine automatische oder semi-automatische Rückkopplung und Umsetzung der Korrelationsergebnisse in den Produktionsprozeß zu ermöglichen.

25

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei die erste, die zweite und die dritte Datenverarbeitungseinheit (5, 8, 11) räumlich beabstandet voneinander angeordnet sind.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei die erste, die zweite und die dritte Datenverarbeitungseinheit (5, 8, 11) in eine gemeinsame Datenverarbeitungszentrale integriert sind.
-



### Zusammenfassung:

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur prozeßoptimierenden  
Einstellung von Parametern eines Produktionsprozesses für ein langgestrecktes  
flächiges Produkt (2) zur Erzielung einer vorgebbaren Qualität. Dabei werden  
zahlreiche Prozeßparameter des Produktionsprozesses in Abhängigkeit von der  
10 Zeit in Form von Prozeßdaten aufgezeichnet, die in mindestens einer ersten  
Datenverarbeitungseinheit (5) verarbeitet und als Produktionsdaten ausgegeben  
werden. Die Oberfläche des Produktes (2) wird mittels eines Oberflächen-  
Inspektions-Systems (6) in einer geeigneten Stufe des Produktionsprozesses  
beobachtet, wobei aus den Beobachtungsdaten in mindestens einer zweiten  
15 Datenverarbeitungseinheit (8) die gesamte Oberfläche als eine Art  
Oberflächenkarte mit feststellgestellten Oberflächenmerkmalen in Form von  
Oberflächendaten aufgezeichnet und die Oberflächenmerkmale nach  
verschiedenen Arten und/oder nach Größe und/oder nach Häufigkeit klassifiziert  
und entsprechend ihrer Position in die Oberflächenkarte eingetragen werden. Die  
20 verschiedenen Klassen und Positionen von Oberflächenmerkmalen werden als  
~~Produktdaten ausgegeben. Die Produktionsdaten und die Produktdaten werden~~  
gemeinsam mindestens einer dritten Datenverarbeitungseinheit (11) zugeführt und  
dort auf zwischen ihnen bestehende Korrelationen untersucht, wobei Regeln  
festgestellt werden, wie die Produktdaten von bestimmten Produktionsdaten  
25 abhängen, so daß die Prozeßparameter entsprechend den festgestellten Regeln zur  
Erzielung einer gewünschten Qualität eingestellt werden können. Die Erfindung  
ermöglicht z. B. bei Gießwalzanlagen für Stahlblech die Erkennung von  
Zusammenhängen zwischen Prozeßparametern und dem Auftreten von  
Oberflächenfehlern noch während des Vergießens einer Gießpfanne und erlaubt  
30 bei der Inbetriebnahme und Prozeßsteuerung die schnellere Anpassung von  
Prozeßparametern zur Erzielung bestimmter Produktqualitäten.

14-00000

1/1

